

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

26.10.2004

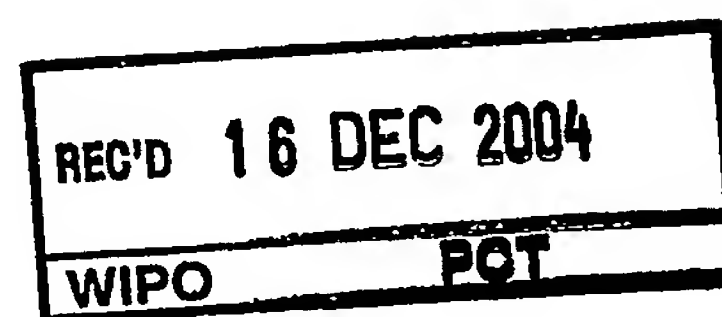
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年10月22日

出願番号
Application Number: 特願2003-362072
[ST. 10/C]: [JP 2003-362072]

出願人
Applicant(s): 財団法人大阪産業振興機構

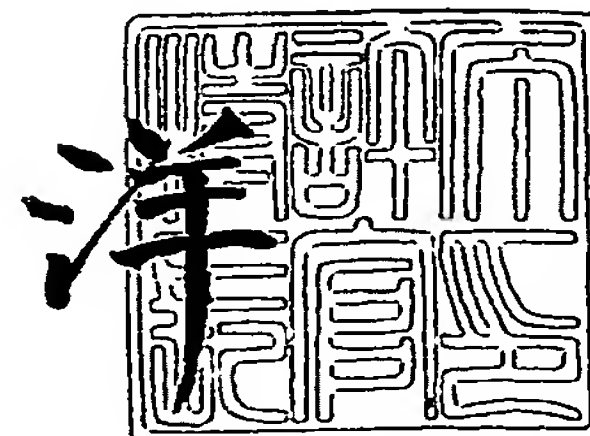


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 191193
【提出日】 平成15年10月22日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C01B 31/02 101
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府和泉市池田下町 1 2 4 8 - 4
 【氏名】 秋田 成司
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府枚方市香里ヶ丘 1 - 1 4 - 2 9 棟 4 0 4
 【氏名】 中山 喜萬
【特許出願人】
 【識別番号】 801000061
 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区本町橋 2 番 5 号 マイドームおおさか内
 【氏名又は名称】 財団法人大阪産業振興機構
【代理人】
 【識別番号】 100086405
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 河宮 治
 【電話番号】 06-6949-1261
 【ファクシミリ番号】 06-6949-0361
【選任した代理人】
 【識別番号】 100091465
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石井 久夫
 【電話番号】 06-6949-1261
 【ファクシミリ番号】 06-6949-0361
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 163028
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0118099

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

原料ガスを基板に向けて局所的に供給するためのノズルと、
ノズルの開口部付近に設けられ、原料ガスを加熱するためのナノサイズヒータとを備えることを特徴とするナノサイズヒータ付きノズル。

【請求項 2】

ナノサイズヒータは、カーボンナノチューブで形成されることを特徴とする請求項 1 記載のナノサイズヒータ付きノズル。

【請求項 3】

ノズルは、電気絶縁性材料で形成され、
ノズルの側面には、一対の電極が設けられ、
ナノサイズヒータは、ノズルの開口部を横切るように、各電極にそれぞれ接続されることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のナノサイズヒータ付きノズル。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のナノサイズヒータ付きノズルを、基板の表面付近に位置決めする工程と、

ナノサイズヒータ付きノズルを経由して、原料ガスを基板に向けて局所的に供給する工程と、

ナノサイズヒータを通電し、ノズル開口部付近で原料ガスを加熱する工程とを含むことを特徴とする微小薄膜の製造方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ナノサイズヒータ付きノズルおよび微小薄膜の製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、カーボンナノチューブ等のナノサイズ導電性材料を利用したナノサイズヒータ付きノズルおよび微小薄膜の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

集積回路等の電子デバイスや光デバイスを製造する際、基板上に種々の材料からなる薄膜を形成する手法として、蒸着やスパッタリング等の物理的成膜法またはCVD（化学気相成長）や熱分解法等の化学的成膜法などが利用されている。

【0003】

こうした手法では、a) 基板の表面全体に薄膜を成膜する工程、b) 薄膜上に微細パターンを有するマスク（レジスト）を形成する工程、c) マスク開口を介して露出した薄膜の一部をエッチングで除去する工程、d) 使用したマスクを除去する工程、などを繰返し実施することによって、所望の薄膜デバイスを得ている。

【0004】

なお、関連する先行技術（例えば特許文献1～5）には、カーボンナノチューブに関する製造プロセスが開示されているが、いずれも本発明の技術分野と相違する。

【0005】

【特許文献1】 特開2002-255524号公報

【特許文献2】 特開2001-254897号公報

【特許文献3】 特開2000-203820号公報

【特許文献4】 特開2000-164112号公報

【特許文献5】 特開平6-283129号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述したように、従来のプロセスでは、基板全体で加熱、成膜あるいは除去等を実施しているため、基板上に形成された各種デバイスへ与えるダメージが極めて大きくなり、処理内容がある程度制約されることが多い。

【0007】

また、局所的な領域に処理を施す場合でも、基板全体として工程設計を追加する必要があり、処理プロセスの増加によって製造コストも上昇してしまう。

【0008】

本発明の目的は、基板上の限定された領域において、局所的な成膜を容易に実現できるナノサイズヒータ付きノズルおよび微小薄膜の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明に係るナノサイズヒータ付きノズルは、原料ガスを基板に向けて局所的に供給するためのノズルと、ノズルの開口部付近に設けられ、原料ガスを加熱するためのナノサイズヒータとを備えることを特徴とする。

【0010】

本発明において、ナノサイズヒータは、カーボンナノチューブで形成されることが好ましい。

【0011】

また本発明において、ノズルは、電気絶縁性材料で形成され、

ノズルの側面には、一対の電極が設けられ、

ナノサイズヒータは、ノズルの開口部を横切るように、各電極にそれぞれ接続されるこ

とが好ましい。

【0012】

また本発明に係る微小薄膜の製造方法は、上記ナノサイズヒータ付きノズルを、基板の表面付近に位置決めする工程と、

ナノサイズヒータ付きノズルを経由して、原料ガスを基板に向けて局所的に供給する工程と、

ナノサイズヒータを通電し、ノズル開口部付近で原料ガスを加熱する工程とを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明の一態様によれば、ノズルを用いて原料ガスを局所的に供給しながら、ノズルの開口部付近に設けられたナノサイズヒータを用いて原料ガスを加熱することによって、原料ガスの熱分解反応や化学反応が局部的に生じて、基板上の極めて小さい領域に薄膜を形成することができる。

【0014】

また、ノズルに供給する原料ガスの種類を適宜変えることによって、所望の材料からなる薄膜を形成することができる。また、成膜時間を適宜変えることによって、所望の層厚を有する薄膜を形成することができる。さらに、ノズルの位置を適宜変えることによって、所望のパターンで薄膜を形成することができる。

【0015】

従って、所望の層数や層材料、層厚を有する微小薄膜を所望のパターンで局所的に形成できることから、従来と比べて処理プロセスに伴う基板全体へのダメージを大幅に低減できるとともに、処理プロセスに必要な原料ガスやエネルギーを節約できる。

【0016】

また、カーボンナノチューブは、金などの触媒反応がない限り、約 10^{-5} Paの真空中で2400 K程度の温度で動作可能であり、不活性ガス中では大気圧下でのグラファイトの昇華温度3400 Kより以上の温度でも動作可能であり、空気中でも酸化を開始する約700℃の温度までは安定している。また、カーボンナノチューブは、約 10^8 A/cmという極めて大きな許容電流密度を有する。

【0017】

従って、原料ガスを加熱するヒータとして、カーボンナノチューブを利用することによって、高温の局所加熱を容易に実現できる。

【0018】

また、ノズルを、石英やガラスなどの電気絶縁性材料で形成し、ノズルの側面に一對の電極を設けて、ナノサイズヒータを各電極にそれぞれ接続することによって、簡単な構造でノズルとナノサイズヒータとを一体化できる。さらに、ナノサイズヒータをノズルの開口部を横切るように配置することによって、ノズルを通過した原料ガスを効率的に加熱できるため、原料ガスの利用効率が向上する。

【0019】

また本発明の他の態様によれば、こうしたナノサイズヒータ付きノズルを基板の表面付近に位置決めした後、ナノサイズヒータ付きノズルを経由して原料ガスを基板に向けて局所的に供給しながら、ナノサイズヒータの通電によってノズル開口部付近で原料ガスを加熱することによって、原料ガスの熱分解反応や化学反応が局部的に生じて、基板上の極めて小さい領域に薄膜を形成することができる。

【0020】

さらに、原料ガスの種類、成膜時間、ノズルの位置を制御することによって、所望の層数や層材料、層厚を有する微小薄膜を所望のパターンで局所的に形成できることから、従来と比べて処理プロセスに伴う基板全体へのダメージを大幅に低減できるとともに、処理プロセスに必要な原料ガスやエネルギーを節約できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

図1は、本発明に係る多層カーボンナノチューブの一例を示す構成図である。ここでは、理解容易のために一部破断した外層チューブと内層チューブの2層で構成された2層カーボンナノチューブを示しているが、本発明は単層カーボンナノチューブや3層以上の層で構成される多層カーボンナノチューブも適用可能である。

【0022】

多層カーボンナノチューブ1は、最外層の外層チューブ1aと、外層チューブ1aより内側にある内層チューブ1bとを備える。一般に、多層カーボンナノチューブ1の直径は約1～約20nmであり、その長さは約0.1～約10 μ mであり、製造条件によって層数、直径および長さを制御することができる。

【0023】

外層チューブ10および内層チューブ20は、6つの炭素原子からなる六員環が周期的に配列して円筒面を形成し、5つの炭素原子からなる五員環が部分的に配置することによって湾曲した面を形成している。

【0024】

図2は本発明の第1実施形態を示す説明図であり、図2(a)は概略的な斜視図、図2(b)は底面図である。このナノサイズヒータ付きノズル10は、ノズル11と、一对の電極21、22と、ナノサイズヒータ30などで構成される。

【0025】

ノズル11は、石英やガラスなどの電気絶縁性材料を用いて、円筒や角筒などのパイプ状に形成される。ノズル11の内径は、微小薄膜を成膜する際の空間分解能に応じて適宜設定され、例えば100nm程度～2 μ m程度の直径に形成される。原料ガスが、ガス供給源からガス配送路(不図示)を通じてノズル11の後端に供給されると、ノズル11先端の開口部から基板Wに向けて局所的に供給される。

【0026】

ノズル11の側面には、一对の電極21、22が設けられる。電極21、22には、外部電源から送電路(不図示)を通じて直流または交流の電力が供給される。

【0027】

ナノサイズヒータ30は、高い融点および比較的高い体積抵抗率を有する材料で形成され、ヒータ材料として一般的なタングステンやグラファイト等でも形成可能であるが、上述したように、大きな許容電流密度および高温でも高い強度を有するカーボンナノチューブを用いることが好ましい。

【0028】

ナノサイズヒータ30の各端部は、融着や圧着などで電極21、22にそれぞれ固定される。ナノサイズヒータ30は、ノズル11の開口部を横切るようにU字状に湾曲して配置され、ノズル11を通過した原料ガスを効率的に加熱する。カーボンナノチューブは曲げ許容度が高いため、ナノサイズヒータ30を湾曲させる場合に特に好ましい。

【0029】

次に、微小薄膜の製造方法について説明する。まず、こうしたナノサイズヒータ付きノズル10を基板Wの表面付近に位置決めする。次に、ナノサイズヒータ付きノズル10を経由して、原料ガスを基板Wに向けて局所的に供給しながら、ナノサイズヒータ30を通電し、ノズル11の開口部付近で原料ガスを加熱する。

【0030】

すると、原料ガスの熱分解反応や化学反応が局部的に生じて、原子、分子、イオン、ラジカルなどの化学種Mが生成され、これが基板W上に堆積すると、微小薄膜をピンポイントで形成することができる。薄膜の成膜面積は、ノズル11の開口部面積、ナノサイズヒータ30のサイズや形状、ノズル11またはナノサイズヒータ30と基板Wとの距離などの各種パラメータを調整することによって、制御可能である。

【0031】

さらに、原料ガスの種類、成膜時間、ノズルの位置を制御することによって、所望の層

数や層材料、層厚を有する微小薄膜を所望のパターンで局所的に形成できる。

【0032】

図3は本発明の第2実施形態を示す説明図であり、図3(a)は概略的な斜視図、図3(b)は底面図である。このナノサイズヒータ付きノズル10は、図2のものと同様に、ノズル11と、一对の電極21、22と、ナノサイズヒータ30などで構成され、ナノサイズヒータ30を複数(ここでは3本)配置している。

【0033】

ノズル11は、石英やガラスなどの電気絶縁性材料を用いて、円筒や角筒などのパイプ状に形成される。ノズル11の内径は、微小薄膜を成膜する際の空間分解能に応じて適宜設定され、例えば100nm程度～2μm程度の直径に形成される。原料ガスが、ガス供給源からガス配送路(不図示)を通じてノズル11の後端に供給されると、ノズル11先端の開口部から基板Wに向けて局所的に供給される。

【0034】

ノズル11の側面には、一对の電極21、22が設けられる。電極21、22には、外部電源から送電路(不図示)を通じて直流または交流の電力が供給される。

【0035】

ナノサイズヒータ30は、高い融点および比較的高い体積抵抗率を有する材料で形成され、ヒータ材料として一般的なタングステンやグラファイト等でも形成可能であるが、上述したように、大きな許容電流密度および高温でも高い強度を有するカーボンナノチューブを用いることが好ましい。

【0036】

ナノサイズヒータ30の各端部は、融着や圧着などで電極21、22にそれぞれ固定される。複数のナノサイズヒータ30は、ノズル11の開口部を横切るようにU字状に湾曲して配置され、ノズル11を通過した原料ガスをより効率的に加熱できる。カーボンナノチューブは曲げ許容度が高いため、ナノサイズヒータ30を湾曲させる場合に特に好ましい。

【0037】

次に、微小薄膜の製造方法について説明する。まず、こうしたナノサイズヒータ付きノズル10を基板Wの表面付近に位置決めする。次に、ナノサイズヒータ付きノズル10を経由して、原料ガスを基板Wに向けて局所的に供給しながら、ナノサイズヒータ30を通電し、ノズル11の開口部付近で原料ガスを加熱する。

【0038】

すると、原料ガスの熱分解反応や化学反応が局部的に生じて、原子、分子、イオン、ラジカルなどの化学種Mが生成され、これが基板W上に堆積すると、微小薄膜をピンポイントで形成することができる。薄膜の成膜面積は、ノズル11の開口部面積、ナノサイズヒータ30のサイズや形状、ノズル11またはナノサイズヒータ30と基板Wとの距離などの各種パラメータを調整することによって、制御可能である。

【0039】

さらに、原料ガスの種類、成膜時間、ノズルの位置を制御することによって、所望の層数や層材料、層厚を有する微小薄膜を所望のパターンで局所的に形成できる。

【0040】

図4は本発明の第3実施形態を示す説明図であり、図4(a)は概略的な斜視図、図4(b)(c)は底面図である。このナノサイズヒータ付きノズル10は、図2のものと同様に、ノズル11と、一对の電極21、22と、ナノサイズヒータ30などで構成され、ナノサイズヒータ30を複数(ここでは5本)配置し、ノズル11を角筒状に形成している。

【0041】

ノズル11は、石英やガラスなどの電気絶縁性材料を用いてパイプ状に形成される。ノズル11の内径は、微小薄膜を成膜する際の空間分解能に応じて適宜設定され、例えば100nm程度～2μm程度の直径に形成される。原料ガスが、ガス供給源からガス配送路

(不図示)を通じてノズル11の後端に供給されると、ノズル11先端の開口部から基板Wに向けて局所的に供給される。

【0042】

ノズル11の側面には、一対の電極21, 22が設けられる。電極21, 22には、外部電源から送電路(不図示)を通じて直流または交流の電力が供給される。

【0043】

ナノサイズヒータ30は、高い融点および比較的高い体積抵抗率を有する材料で形成され、ヒータ材料として一般的なタングステンやグラファイト等でも形成可能であるが、上述したように、大きな許容電流密度および高温でも高い強度を有するカーボンナノチューブを用いることが好ましい。

【0044】

ナノサイズヒータ30の各端部は、融着や圧着などで電極21, 22にそれぞれ固定される。複数のナノサイズヒータ30は、ノズル11の開口部を横切るようにU字状に湾曲して配置され、ノズル11を通過した原料ガスをより効率的に加熱できる。カーボンナノチューブは曲げ許容度が高いため、ナノサイズヒータ30を湾曲させる場合に特に好ましい。

【0045】

図4(c)に示す例では、複数のナノサイズヒータ30に対してメッシュ状に交差するように、連結部材31を設けている。連結部材31は、ナノサイズヒータ30と同じ材料でも異なる材料でもよい。連結部材31をナノサイズヒータ30と連結させることによって、ナノサイズヒータ30を補強することができる。

【0046】

次に、微小薄膜の製造方法について説明する。まず、こうしたナノサイズヒータ付きノズル10を基板Wの表面付近に位置決めする。次に、ナノサイズヒータ付きノズル10を経由して、原料ガスを基板Wに向けて局所的に供給しながら、ナノサイズヒータ30を通電し、ノズル11の開口部付近で原料ガスを加熱する。

【0047】

すると、原料ガスの熱分解反応や化学反応が局部的に生じて、原子、分子、イオン、ラジカルなどの化学種Mが生成され、これが基板W上に堆積すると、微小薄膜をピンポイントで形成することができる。薄膜の成膜面積は、ノズル11の開口部面積、ナノサイズヒータ30のサイズや形状、ノズル11またはナノサイズヒータ30と基板Wとの距離などの各種パラメータを調整することによって、制御可能である。

【0048】

さらに、原料ガスの種類、成膜時間、ノズルの位置を制御することによって、所望の層数や層材料、層厚を有する微小薄膜を所望のパターンで局所的に形成できる。

【0049】

本発明は、基板全体で処理を行う従来のプロセスと併用することも可能であり、部分的な成膜の補修、追加などにも適用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0050】

本発明によれば、原料ガスの局所的供給および局所的加熱が可能になり、基板上の極めて小さい領域に薄膜を形成することができる。その結果、従来と比べて処理プロセスに伴う基板全体へのダメージを大幅に低減できるとともに、処理プロセスに必要な原料ガスやエネルギーを節約できる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明に係る多層カーボンナノチューブの一例を示す構成図である。

【図2】本発明の第1実施形態を示す説明図であり、図2(a)は概略的な斜視図、図2(b)は底面図である。

【図3】本発明の第2実施形態を示す説明図であり、図3(a)は概略的な斜視図、

図 3 (b) は底面図である。

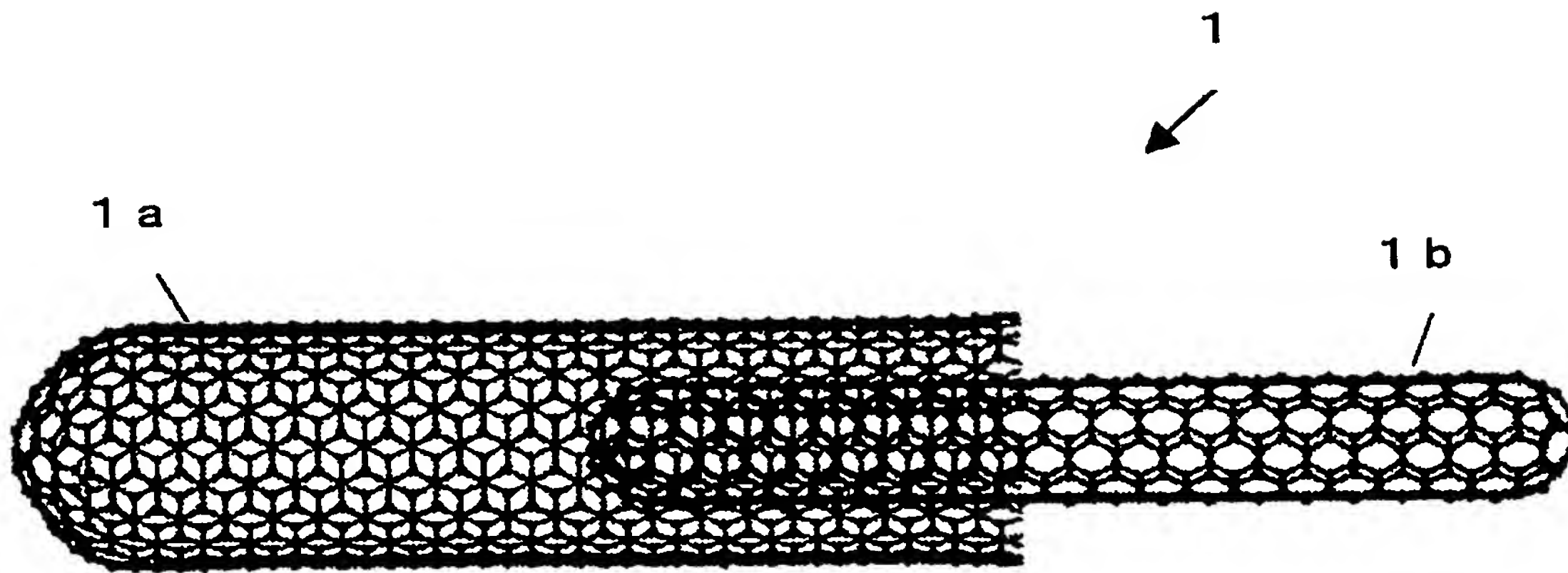
【図 4】 本発明の第 3 実施形態を示す説明図であり、図 4 (a) は概略的な斜視図、
図 4 (b) (c) は底面図である。

【符号の説明】

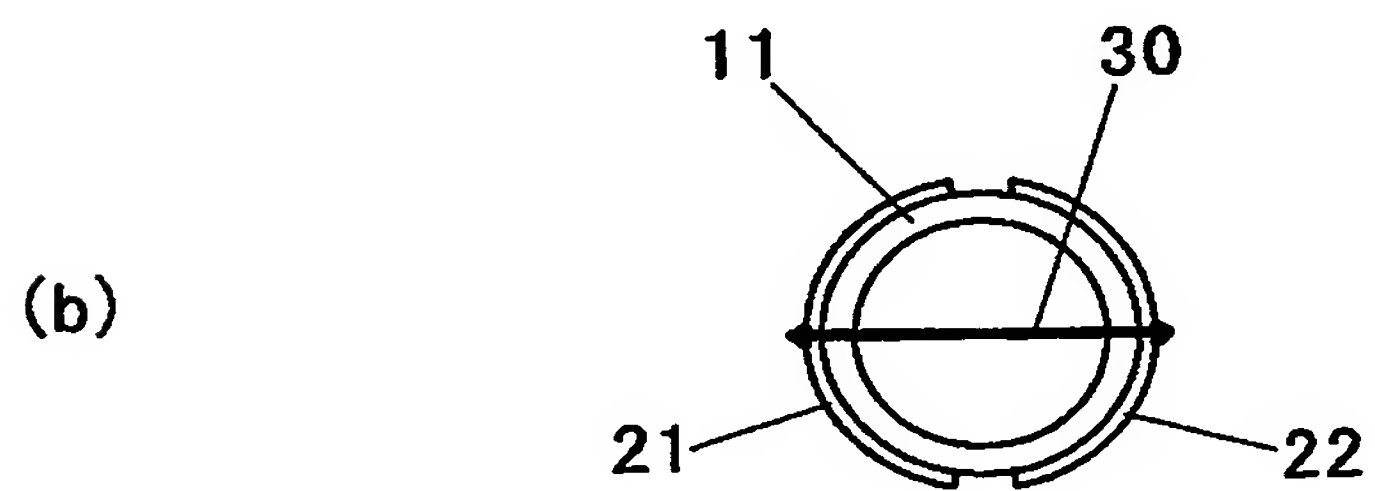
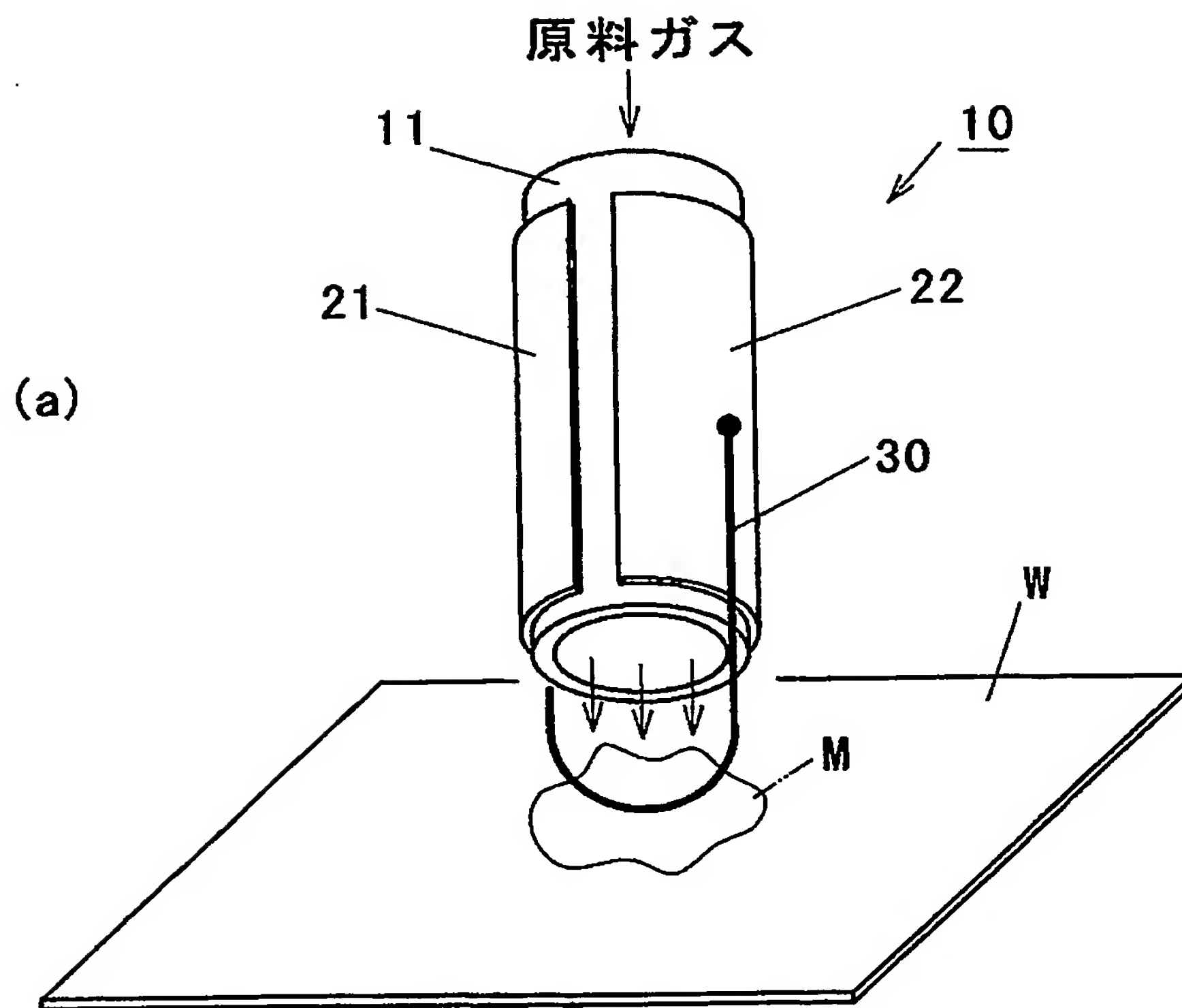
【0052】

- 10 ナノサイズヒータ付きノズル
- 11 ノズル
- 21, 22 電極
- 30 ナノサイズヒータ
- 31 連結部材

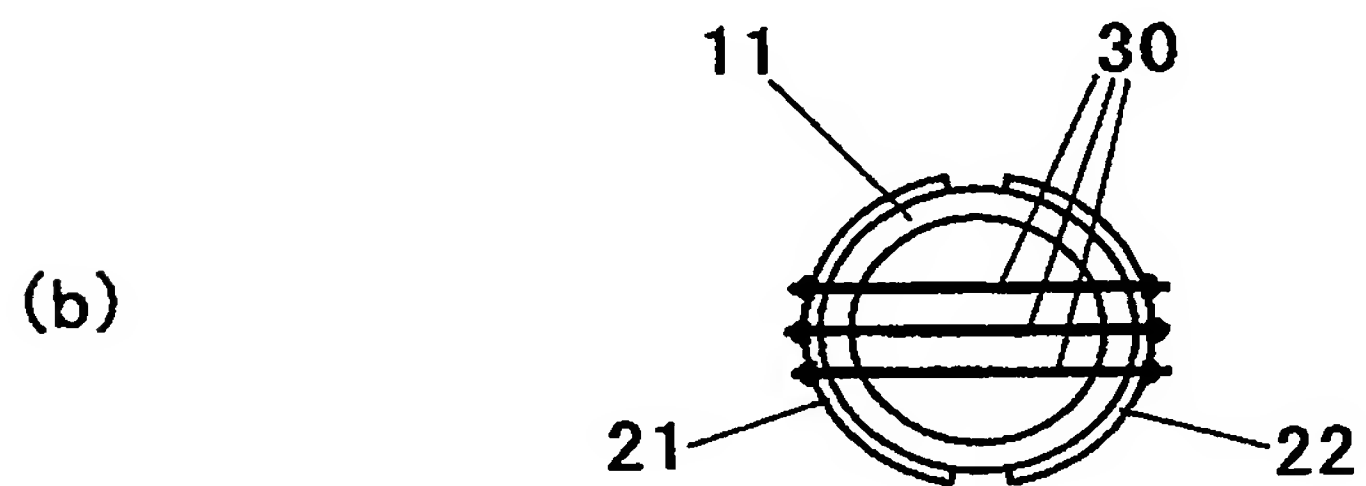
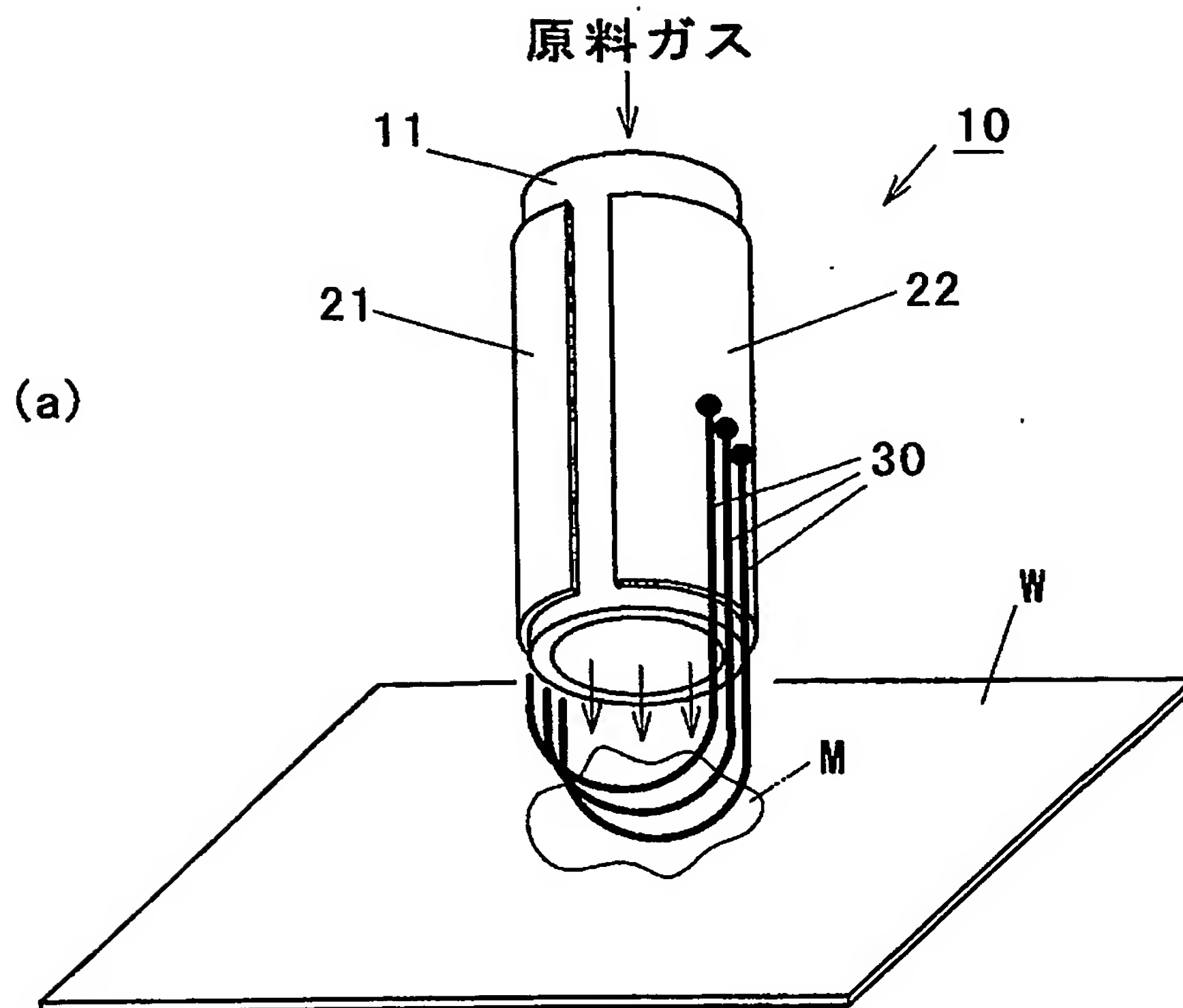
【書類名】 図面
【図 1】



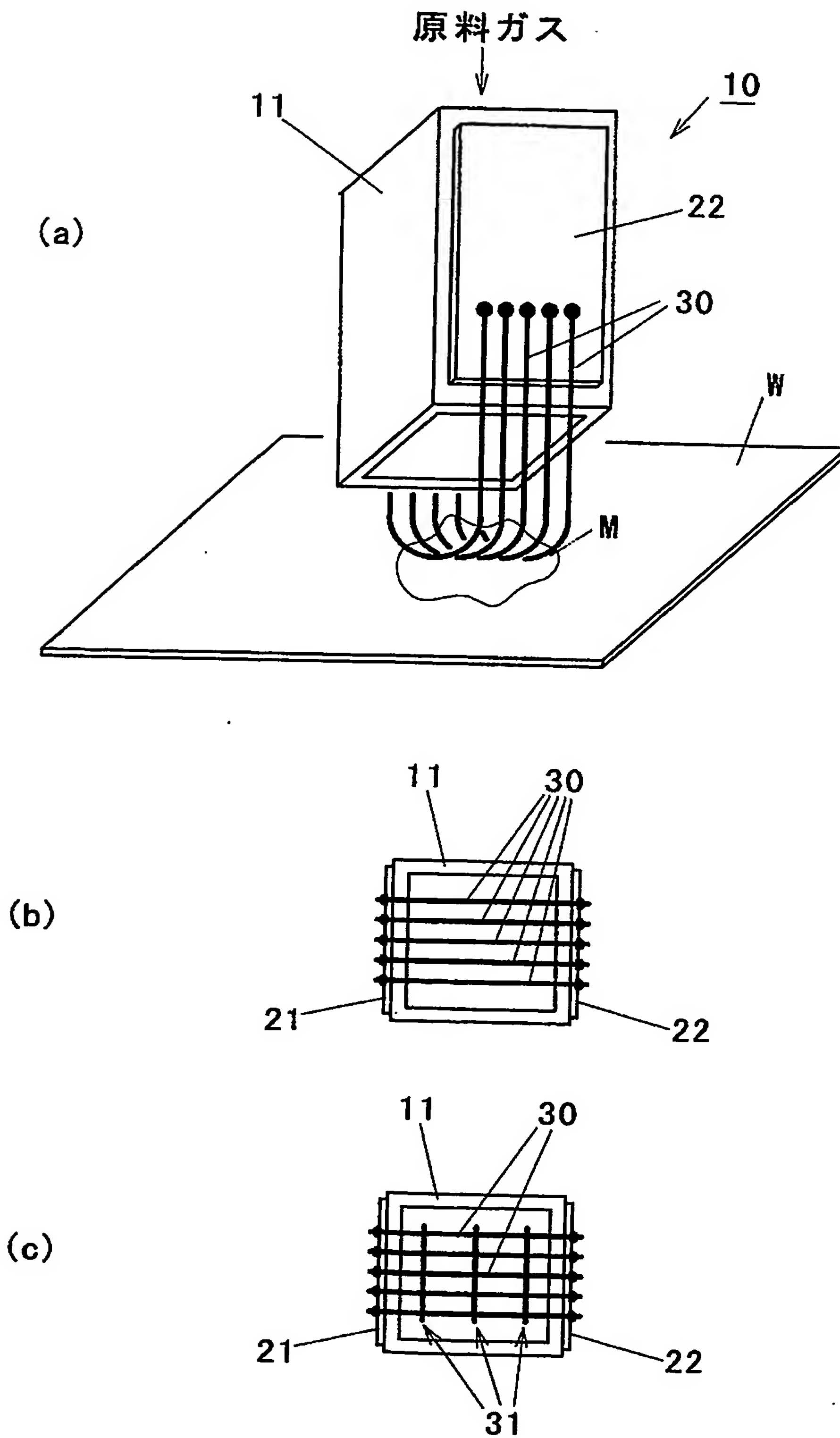
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板上の限定された領域において、局所的な成膜を容易に実現できるナノサイズヒータ付きノズルおよび微小薄膜の製造方法を提供する。

【解決手段】 ナノサイズヒータ付きノズル 10 は、原料ガスを基板 W に向けて局所的に供給するためのノズル 11 と、ノズル 11 の側面に設けられた一対の電極 21, 22 と、カーボンナノチューブ等からなるナノサイズヒータ 31 などで構成され、ナノサイズヒータ 31 は、ノズル 11 の開口部を横切るように各電極 21, 22 にそれぞれ接続され、通電によって原料ガスを加熱する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 3 6 2 0 7 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [8 0 1 0 0 0 0 6 1]

1. 変更年月日 2 0 0 1 年 9 月 1 3 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区本町橋 2 番 5 号 マイドームおおさか内
氏 名 財団法人大阪産業振興機構